

## 行動と物質

小野喜三郎

我々の日常生活の行動でも所謂「高等な神経活動」でない場合が相當ある。無意識的又は本能的とよばれてゐる行動の中には内分泌腺の年齢的な機能啓發や内分泌腺間の相關的關係によるホルモン作用に歸因するものと考へられる場合は少くない。生殖腺から産出する性ホルモンは雌雄夫々の二次的性特徴の發現と維持及び性的行動に有力な影響を及ぼす。喉佛の前の甲狀腺の分泌機能低下によつて起る粘液水腫と云う疾患や一種のクレチン病では、一般の生理機能や發育の障害に伴つて精神の働きも行動も不活潑になる。羊の甲狀腺を摘出すると中枢神経系の働きが低下することが迷路學習によつて證明される。脳の下面に附屬してゐる脳下垂體と云ふ内分泌腺の前葉と呼ばれる部分から出る數種の夫々異つた作用のホルモンが知られてゐるが、そのうちの乳の分泌を促すホルモンを産卵してゐる牝雞に注射すると巢について卵を

抱く行動をおこす様になる。このホルモンは鼠の母性的行動を起さす作用も有つてゐる。ところが、鼠の餌料に極微量含まれてゐるマンガンと云う金屬元素を完全に取除いて與えると、雌鼠は仔を産みはするが乳腺の分泌がなく、仔を育てることも止めてしまひ時には自分の産んだ仔を食物が充分あつても食べることもある。この様に母としての本能的な行爲が單に一種の金屬成分が體成分から缺乏する丈で消失するのである。マンガンは微量で脳下垂體前葉ホルモンの生産に觸媒として必要なのではないかと考へられもするが、一方、脳下垂體をすつかり取除く手術を施した哺乳中の鼠がすつと續けて仔を育てたと云う人もあるから、泌乳刺激ホルモンと母性本能發現との關係は確定的とは云えないが、可成り複雑な行爲が物質的に規制されることを示す興味深い實驗の例である。人間や犬猫等で恐怖や怒りの様な興奮に伴つて副腎

髓質のアドレナリン分泌が突然増して、非常事態に應じる肉體的な變化や情緒的な諸表現を惹起すと云われている。以上の外種々のホルモンが知られているが、何れも人間及び人間に比較的近似の體制を有つている脊椎動物についてその存在と作用が大變精しく研究されている。我々の複雑な精神活動の根源をなしている無意識活動はホルモンの様な割合簡單な化學物質に支配され、間接に物質的な環境の影響を案外強く受けているのではないかと思はせられるのである。動物には脊椎を持たない所謂下等動物と呼ばれる比較的簡單な體制の仲間が多數ある。勿論我々の注意をひくことも少く、種の識別と類縁を明にするのを専門にしている分類學者にとつても初見參の種類の仲間にあつてを絶つとは思われない程である。それらを「無脊椎動物」として一括し、「脊椎動物」とに分けるのは、單に名稱が示している差別と世俗的關心によるものである。その中には澤山のグループがあつて、夫々の構造や機能は相當違つている。此等の動物にホルモンがあるかどうかは十年ばかり前までは確實でなかつたが追々研究が行はれて數々の興味ある事實も知られ、ホルモンの特性の一つである種を越えての特異作用の擴張に大きい飛躍を見た例もある。脊椎動物の様に精しく且ま

とまつてはいないが、以下主として無脊椎動物のホルモンに就いて簡單に述べる。

一番系統的に古いと考へられる動物はアメーバやゾオリムンを含む原生動物で、よく單細胞動物と呼ばれるが、實は此動物の仲間は顯微鏡的な大きさであつて、全體一つの原形質——生きてゐる物質——の塊から出來ていて多細胞動物の體の様に細胞とゆう單位の寄集りでない。勿論細胞も原形質から出來ていて原生動物の體である原形質體とは基本的には同様な構造をもつているが、矢張り兩者は有機體の一部分と全體と云う點で區別す可きで、非細胞動物と呼ぶのが適している。高等動物の自律神經末端から分泌されると考へられてゐるアドレナリンとアセチルコリンがゾオリムンに對しても拮抗的な作用をするから、ゾオリムンの生活に生理的な意義を有つ物質としての存在を確めるために、ゾオリムンを培養しておびたゞしい數に増殖させ、緩い遠心分離器で何十萬と純粹に分けて集め、一度凍らせた上溶かして體を崩し、體內成分を取出した處、はたして兩物質が證明され、その含有割合も他の無脊椎動物とほぼ等しいことが明らかにされている。然しゾオリムン以外の原蟲での實驗はなく、果して體內で調節物質として作用しているかどうかも將

來の研究にまたねばならない。此の場合原蟲を有機體と考へ體內で其れが働くものとすれば從來のホルモンの極く特異な場合と考へられないこともないが、學者の中には次に述べる細胞核中の染色糸上に配列していると考へられてゐる遺傳因子に由來するゲンホルモンと一緒にして細胞ホルモンと呼ぶ人がある。此ホルモンと云ふのは各細胞核に含まれてゐると推定される遺傳因子(ゲン)の影響により、廣く一般の體細胞で造られる物質で、種々の遺傳形質の發現に關係するものと考へられるのだが、實驗はコナマダラメイガや猩々蠅等の眼の色の遺傳の研究に於て、眼の赤い色素を體內で生化學的に生産するに必要なトリプトファンと云ふアミノ酸を酸化する酵素系の有無や強弱が遺傳的に決定されている事實が明らかにされた丈で、他の形質の遺傳にどんな機構が關與しているかは分らないのである。然し少く共上述の場合ではゲンホルモンと酵素とが密接な關係を有つてゐること丈は明白になつた。

次に多細胞の後生動物の組織や器官から分泌されるホルモンについて述べる前に、生殖細胞が細胞外に出す作用物質であるガモンに觸れて見たい。ウニの雌が成熟した卵を海水中へ放卵すると附近にいる雄のウニは成熟し

ておれば精子を海水中に放出する。此の同期性が成熟卵から出されるエキノクロムAと呼ばれる比較的簡單な有機色素(二十五億倍に薄めても尙作用を及ぼす)により調節されるのである。此赤色の色素は更に精子活性化作用を有つてゐる。尙、卵には今一つ、精子を集めかためる作用を有つた物質があつて主に卵の周囲のジェリーに含まれてゐることが明らかにされた。一方精子には矢張り二つの物質があつて、エキノクロムAの作用に抗して自分の運動を抑制する物質と、今一つは卵にある精子膜着作用に抗ひ且卵膜を分解して卵細胞に近づき易くする作用の物質とである。此等四種の物質は何れも海水に溶け、微量で作用するが、量的關係で夫々の作用が發揮されるので卵と精子の距離が夫を決定する。適期に放出された精子は自己の有つ物質に優勢に制御されるために不活動状態のまま他動的に海水の流動により運ばれるが卵に近づくと卵のエキノクロム濃度が濃くなり遂にその影響で活潑な運動を起し、その物質の誘引作用と相まつて卵に到達する機會を得る様になる。處で第二種の互に拮抗的に働く卵と精子の作用物質はウニの種により特異的に中和されるので、丁度同種の卵に到達したときに限りその卵膜をとかし卵細胞中に進入し受精が果されるのである。

此等物質は配偶子(ガメト)に含まれると云う意味でガモンと呼ばれる。即ち、第一種のガモンの相互作用により勢力源の乏しい精子が無益に勢力を費すのを防がれて有効に卵に泳ぎ付く機会を與へ、第二種のガモンは同種の雌雄生殖細胞の合着調整に當り、異種雜交を防ぐのである。ガモンは配偶子と云う不完全な有機體から生産される點では細胞ホルモン(一般的には原形質體ホルモンと呼びたい)に似ているが、作用物質が外界の媒質中に出て働く點で次に述べるエクトホルモンに似ていると云える。ホルモンとは一定の體部位で生産され、體液中に分泌されたちの體液により運ばれて(體内で)微量でよく特異な作用を發する物質である、と云うた定義にもとづいて、體外で作用するエクトホルモンは、ホルモンとして取扱はない場合もある。ウニ類の殻の表面には一面に棘が生えていて、その間に又棘(ペデイセラリヤ)と呼ばれる。先端が缺の働をするものが混じつている。この又棘は體表面の掃除や外敵を防ぐ働をする。又棘が觸れる自體の棘、管足、又棘等を他の異物と區別して缺まないのは體表から特定の物質を出すからである、と云う人がある。次に、海の砂中に棲んでいる緑色の長さ二十糎程の蟲で、ポネリアと云ひ、魚釣の餌にするイムシの仲間が

ある。それは雌であつて、雄は雌の子宮や腸の前の部分に寄生生活をして居り、約二糎位の楕圓形をした小形の知らぬ人が見たら寄生蟲としか思はない様なものである。動物の中には随分雌雄の色、形や大きさのちがつたものがあるが、このポネリアはその極端な例としてよく引かれる(雌雄二種)。この蟲の雌雄は、卵から孵つたばかりの海水中を自由に遊ぎまはつて居る幼生では未だ決つていないが、その幼生を海水を充したガラス器中に飼つておくと、七五バセントは元のままで雌雄何れともつかず、二〇バセントは雌の特徴である吻が形成され消化管が全通して雌らしく變態をはじめ、僅に二バセント又雄に變態する。此實驗から此虫は本來雌になる傾向が大變強いことが分る。處が幼蟲が水槽中で雌虫のT型をした長い吻に遊ぎ付いて三日以上寄生生活を過すと正常な雌になる。處が六乃至八時間吻にくつついていた幼生を引離して海水中で遊がせておくと雄らしさの勝つた中性的形になる。四時間半以内に吻から取除くときは殆んど或は全く雌に變態するから、確かに、雌蟲の吻から出る何か物質があつてその影響を或時間受ける、と雌に成れずの小形の雄になつてしまふのでないかと推測できる。そこで乾燥した物を海水中に浸して抽出した液の適宜な濃度の

中に游泳幼生を入れてやると大部分が雄らしくなる。若し濃度が高いと幼生は一日以内に死んでしまふから、吻からの物質は幼生の酸化現象の様な働を阻害するのではないかと考へて、炭酸や鹽酸の非常に稀い溶液又は加里鹽等を作用させると雄になる率が大變高くなるのである。同様な作用を有つたより毒性の弱い物質が腸の抽出液から得られることも分つた。この物質の化學的構造は分らないが水に可溶性で、鹽基性であり煮沸過しても作用がそこなわれないから酵素でないことは明であり、蛋白質の異色反應を示さないことも確かめられている。

ホルモンは必しも分泌機能をいとなむ腺組織を備へた内分泌器官(多くの場合分泌物を體外又は消化管腔等へ出すための導管を有たず、直接體液中へ擴散さすので無導管腺の名がある)で産出されるわけでなく、本來腺ではない組織から作用物質が體液中に出される場合が少なくない。

脊椎動物の心臓の靜脈洞(ここから鼓動がはじまり且この搏動頻度が、心臓内の興奮傳導系を介して、他の室の頻度を支配する)の抽出液は心臓賦活性ホルモンを含んでいると云はれているが、無脊椎動物でも二枚介、巻貝、カブトガニの心臓で同様な作用物質を取出し、榮

養供給や加里イオンの作用等と關係のない特異作用があることを確めているが、犬や蛙の心臓ホルモンとの關係は未だ明らかでない。

脊椎動物の自律神経の末梢から作用物質の分泌されることは先に述べたが、普通の神経でも矢張り末梢端でアセチルコリンが分泌され、興奮を他の細胞に傳へるので結局は神経の作用も直接でなく體液を介してのホルモン作用に歸することになるわけである。もつとも副腎のようなのは交感神経起原の器官で、交感神経の機能のうち興奮傳導の方を止めて、アドレナリン分泌の方丈を専ら行うようになつたと考へることが出来る。魚では神経末梢から普通のホルモンと違つて體液には溶けず、細胞成分の重要な部分の一つである油脂や類脂質に溶ける神経漿(ニウロモア)を分泌することが明にされた。此物質は細胞膜から細胞膜へ溶け擴つて行くのでその傳達はホルモンとちがつて大變時間がかかるのである。この物質は魚の色素細胞の中に含まれている色素の分散状態を支配する働をもつている。普通の魚を明るい處で白い地の色の容器に入れておくと白つぱい體色を呈している。その魚の尾鰭の條を小刀の様なものを押切つてやると神経が切れて傷の刺戟で切口から先端へ暗色帯が出来る。こ

の帶狀區域の色の變化と、その魚を種々の地色の上に置いたときの體色の變化とを精しく比較觀察することから此の研究が始つたのである。無脊椎動物では神經や神經節の抽出液中に種々の作用があるとゆう人はあるが、分泌性細胞が神經組織に混つてゐる場合が多いので純粹に神經がホルモン様物質を産出する例は殆んどない。

内分泌腺として知られた器官のホルモンも多數研究されてゐて、その關與する方面も性現象、昆蟲の脱皮變態、體色變化其他一般生存條件等に及んでゐる。

脊椎動物で生殖腺から性ホルモンが分泌され、それが二次性徴を強く支配することが古くからよく研究されてゐるので、無脊椎動物についても研究されたのであるが、今迄のところ大體性ホルモンの存在は否定的で、従つて無脊椎動物では性形質は主として遺傳的に決つてゐて二次的な影響は少いようである。種々の可成り廣範圍の動物群に互つて寄生去勢と云う現象が見られる。この現象は脊椎動物ではめつたにないのである。宿主と寄生蟲との組合せは實に區々で澤山の例が知られてゐる。寄生に より一般に發育障害が起り、中には二次性徴の變化を見ない場合もあるが、又外部からよく分るほどに變化が起る例が少くない。エビやカニの類にフクロムシと云う寄

生性の甲殼類が寄生した場合、又烟花蜂にネジレバネ、ツノゼミに寄生蜂と云つた例が有名である。寄生により生殖腺は萎縮してしまつて、一般に雄丈に形態の雌化が見られるのである。一方去勢手術の實驗は種々の困難を伴うが、生殖腺を摘出したり、放射線で破壊したりしてゐる。又去勢した蟲に生殖腺の移植をも試みてゐる。何れの場合でもホルモン存在は否定的であるが、白鼠の雌に注射して發情させる作用物質の存在が證明されてゐる。

植物にも同様作用の物質が存在すると云われてゐるのだが、之は無脊椎動物にも性ホルモンがあると云う證據にはならない。臺所にゐるゴキブリの類で卵巢の週期性が見られ、それがホルモンで調整されてゐるとゆう報告がある。ゴキブリでは卵が成熟すると楕圓形の鞘囊の中へ産卵されて、その囊は永い間雌の生殖孔についてぶら下つたまゝである。此期間中は卵巢中でのあらゆる发育過程が停止されるので、卵巢は丁度幼蟲時の様子を呈し、色素溶液に浸けて見ると色素を餘り透過させないものである。雌が卵囊を脱いでしまふと同時に再び卵巢は活動期に入る。この様にして成長期の卵の入つてゐる囊の中へ成熟卵が生殖孔から入つて行くことが防がれてゐるのである。此現象は哺乳類が妊娠期の排卵を中止する現

象に甚だよく似ていると云へる。そこにアナロジが成立するから興味がある。卵の成熟が起つている活動性の卵巣を卵鞘携行中の雌の體壁に裂目を入れて體内につきこむと、その移植卵巣は半時間餘りで既に色素透過性が減退して不活性卵巣の性質に變つてくる。逆に不活性卵巣を卵鞘を持たない成熟雌の體内に入れると矢張り三十分餘りで活動性の卵巣と同じように色素透過性がたかまつてよく染まる様になつてくる。對照實驗として卵巣を體液の代用をするリンゲル液に浸しておいても透過性の變化は起らないから、移植卵巣が宿主の卵巣の性質に染まるのはどうしても體腔液中にホルモン様物質があつてその影響を受けるに違いないことになる。卵巣の摘出液に浸して見ても移植するのと同じ効果が得られる。ホルモンの卵巣内での生産場所は産卵した後の濾胞である。尙濾胞細胞中には大きな褐色乃至橙黄色の顆粒が出来る。此觀察は哺乳類の黃體ホルモンとその排卵抑止作用から導かれたものだらうと思う。尙透過性を充めるものは脂肪體から出る。

昆蟲類には親になる迄に親とは似もつかない姿をし又まるで違つた生活をする時代を有つものがある。毛蟲や芋蟲と蝶や蛾、蛆と蛹はそのうちでも著しい例であつて、

完全變態と云つている。此の幼蟲と成蟲との間に蛹の時代が挿入されている。蛹は大低爾を作つてその中で外見的には頗る靜かな休眠をとつている様に見えるが、體内では組織構造の大改造が行はれていて、幼蟲のときの器官は大部分一度ぼぐされて成蟲の型に組立て更えられるのである。正にカオスの状態と云える。蛹からかえつた幼蟲は一しきりむさぼり食うが、やがて食うことを止めてちつと休む。此短い休止期について脱皮とゆう現象が起る。體を包むキチンの硬い皮が旺盛な發育を遮げるから、新しく準備された柔かい皮と換へるため舊い皮をやぶつて脱ぎ棄てる必要にせまられるのである。脱皮を了へて新しい皮がかたくならぬうちに充分のびておくのである。斯様にして幼蟲は齡(インスタ)を重ね一定數の幼蟲脱皮を済すと、次は夫々種により一定した蛹化場所への移動を始める様になる。きまつた方法で繭をつくつてその中で最後の幼蟲の殻を脱いで蛹に特有な多くの場合濃い色の皮に包まれて殆んど運動もせず可成り永く過すのである。やがて蛹皮を脱ぎて繭をやぶつて現れる成蟲の姿はその激しい變り方に驚かぬ人はないである。成長に伴つて起る脱皮は全體表丈でなくおよそキチンで蔽われている所は、消化管の初めと後の部分も、細く分枝して

體內深く入りこんでいる氣管の端々迄も總て一せいに始ることが要求されるわけであるが、この同時性が何により調整されるのかは問題である。神經の分布していない部分が大部分を占めているし、所定の幼蟲脱皮を済した幼蟲の肢を若い幼蟲の背に移植すると宿主の脱皮と同時に脱皮を重ね、一向蛹皮には變態しない。こんなことからどうしても體液調節としか思へなくなる。マイマイ蛾の幼蟲で最後の脱皮後七日目に腦神經節を取つてしまふと數週間も幼蟲のまま生存してはいるが蛹にはならない。處が十日目に手術すれば蛹化するのである。幼蟲の體の中央邊をくり分けて體液が洩れない様にしておいて半分に切斷して見る。最後の幼蟲脱皮後十日目であれば前も後も蛹化するが、早期に手術を行ふと前半部丈が蛹化するので蛹化に腦が重要な事が分つた。然し神經連絡を中央で斷つても影響がないので體液を介しての物質的制禦が唱えられた。タロリ蛆の蛆を蛹化前十六時間或はより以前に真中で繋ると前の方丈は蛹殻をつくつて暗色に變るが後半部は元のまゝである。然し、この時間(臨界期)を過ぎてから行つたのでは前後部共蛹殻を形成する。蛹化せぬ後部に前部の體液を注射すると蛹化を起す。蛹化成熟の幼蟲の體液を若い攝食中の幼蟲に輸血す

ると半日程で體色が綠色から土色に變り、食草から離れて土中に潜入する等早期に蛹化準備行動を起さすことが出来るのである。ホルモンは形態や簡單な生理機能の變化や調節の作用丈でなく、本能的な行爲の發達の働きも營むことを知るのである。猩々蠅の幼蟲の結紮實驗で臨界期を決定する手懸りとして、幼蟲が培養基から離れて上方の乾いた器壁へ這上つてくる所謂負向地性をとり上げて成功した實驗例がある。瘦蛹化ホルモンの生産場所であるが腦にあることは腦の移植や截頭の實驗で明になつたが、更に腦の附近にある腺をもとめてアラタ體(翼狀體)を摘出した處家蠶で幼虫脱皮をやる筈のが蛹化し又アラタ體を再び移植し戻してやるとこの早期蛹化を防げること等からアラタ體が蛹化抑制ホルモンを分泌することが分るのである。尙蠶の變態には前胸部にある前胸腺が關係していて、幼虫脱皮はアラタ體との協働によるが、蛹化成熟期にはアラタ體の機能が衰へるから前胸腺ホルモン丈の作用で蛹化が起ると云はれてゐる。蠶の蛹に早期結紮を施すと前胸部を含む部分丈が成蟲化するの

で、前胸腺は蠶の羽化にも關與していると云われるのである。

蠅類にはアラタ體の代りに腦の近くに環狀腺があつて



蛹殻の形成を促す。作用は蠶のアラタ體と逆である。

ハチミツ蛾で幼蟲の皮の小片を他の幼蟲の體腔中におしこんでやると、原のクチクラを内側に閉じた袋狀のものになる。この移植皮は宿主の脱皮と同時に内側に脱皮を行う、蛹化も羽化も宿主と一緒にやる。宿主の方がより若い齡期の幼蟲であれば移植皮は普通より余計に幼蟲脱皮することになる。蛹の皮を幼蟲に移植すると、移植皮は宿主と同時にではあるが蛹化を繰返す。蝶の皮を蛹に移植するのは困難ではあるが成功すれば宿主の羽化に應じて羽化が再現される。孵つたばかりの幼蟲の皮を次に蛹にならうとしている老熟した幼蟲に移植すると初めから蛹化する。然し逆に移植した蛹の皮が幼蟲脱皮をやることはなく、唯蛹化をくりかへす丈で、此處にも生物生活の歴史の不可逆性が見られるのである。

幼蟲と成蟲との形態の差異がそれほどひどくない昆蟲があり、不完全變態と稱へている。バツタヤトコジラミ等がさうゆう型の變態をやる。此型の昆蟲では熟帯産のオオサンガメが實驗に使はれて此方面に著しい貢獻をした。脱皮や變態に關與する内分泌腺としてアラタ體を豫想して、アラタ體腺細胞の組織學的な週期活動とホルモン作用の臨界期との關連性が確められたのでアラタ體の

重要性が認められ他の昆蟲での研究を強く促した。

オオサンガメはトコジラミに近い昆蟲で、吸血すると一定日數經つて脱皮をする。吸血して腹部が膨張した器械的刺戟を神経が腦に傳え、更にアラタ體へも傳えてその分泌機能を促すのである。幼蟲は五回脱皮して成蟲になり、吸血は各齡に一回すれば足りるのである。吸血直後に斷頭すると蟲は半年以上も死なずに生きて居るが脱皮は全く起らない。ホルモンが體液中に出てくるのは七日目位で、そのとき斷頭してもやがて脱皮が起る。幼蟲を二匹臨界期前後で斷頭し、切口を接合させてパラフィンでとりかこんでおくと兩方同時に脱皮する。五齡の幼蟲は血を吸つて二三日經つと成蟲に變態する。吸血後一定日數後に五齡幼蟲を斷頭し、臨界期に達した四齡の幼蟲の斷頭したのとひつつける。若し吸血後五日以内のときは完全な幼蟲脱皮をするが、一七日以後の幼蟲をつかつたときは完全に成蟲に變態し、その中間のときは混合型になる。成蟲になつたものを斷頭して吸血して一〇日目の五齡幼蟲の斷頭したのにつなぐと成蟲が再び脱皮して成蟲形をとるが、此様なものに、多數のアラタ體を腹部移植すると成蟲が脱皮して幼蟲型を顯す様になる。斯様にして矮小成蟲も巨大幼蟲もつくられる。又癒合實驗

の外に輸血實驗も成功している。脱皮ホルモンは腦の部分的な移植實驗によつて、巨大細胞を含んでいる背側半分から分泌され、此が單獨に作用するときは脱皮につゞく成蟲化の起ることが明になつた。若い幼蟲では脱皮ホルモンの作用で脱皮準備がはじまつた後にアラタ體から成蟲化抑止ホルモンが分泌されるので脱皮丈が起ると考へられてゐる。第五齡幼蟲のアラタ體は殆んどホルモンを出さないと思はれている。脱皮ホルモンは他のサンガメとの癒合實驗でも作用を現すから、種屬を超えて特異性を發揮するのである。

他にナナフシ等バツタの類について試みられているが、夫々少しちがつた結果が得られている。

アラタ體や環狀腺は脱皮變態の外に生殖腺にも影響を及ぼす様であるが何れにしても研究がもつと進められたいことには確かなことはいえない。

發育につれて又は年に二度きまつて體色を變化する動物は澤山知られているが、さういふ目立つた體色を有たないでいて、その棲所や濕湿度の變化、晝夜の差等に應じて比較的短時間で可逆的に體色が種々に變る動物も可成りある。脊椎動物のうちではトカゲ類、カエルとサンショウオの類、魚類等であり、無脊椎動物としてはエビ、

カニの仲間、タコ、イカ類、昆蟲の或種類、ヒルの或種類が數へあげられる。それ等は大抵周圍の色や時には模様に似た體色をとることができるといふことができる。その際に眼が必要であることは誰にでも氣のつくことであるが、實際視覚を失つた動物は背景に近い體色をとる能力を失つてゐる。

體色變化——短時間に起り、可逆的な、所謂生理的體色變化——は一般的には動物の背側の體表中に一定配置されている色素細胞と呼ばれる細胞中に一種又は數種の色素を有つた突起の多い細胞により營まれる。色素は状態により、細胞の中心部にまるく集合したり、突起の隅々まで擴つて行つたりする。それに應じて體表の小さい色素點が殆んど見えなくなつて體色が白つぽくなつたり、或は色素點はつきりと大きくなつて全體として色が附き暗色になつたりする。同一色素細胞中に混り合はない二種以上の色素を有つてゐるものがエビで知られている。魚にはいく種類かちがつた色素細胞が一定した配置でまつまつたものを備えているものもある。然し何と云つてもタコやイカの體表に散在している活潑に遊滅する色素點ほどこみいつた構造のものはない。之は一種の器官で色素の充つた弾力性の袋をその周圍に放射狀に附屬している筋肉の働きて擴げ、筋肉纖維が弛むと袋が原のようにちぢ

むのである。色素の移動の外に色素量の増減も起る場合があり得る。此等の變化を調節するのに二つの道がある。一つは脳の體色中樞からの神経作用、他は一定の内分泌腺から出るホルモンの體液を介しての影響である。どちらも眼からの視覚刺激が脳を経て伝えられると機能を發揮する。視覚以外の感覺や自發的な腺の周期活動による場合もある。脊椎動物のカエル類は色素細胞へ神経はやつてきてをらず、脳下垂體ホルモンの支配で働く、魚の色素細胞は神経纖維にとりかこまれていて主としてその支配をうける。トカゲは體液的にも神経的にも調製されていて複雑である。魚のうちでもナマヅは中間型である。神経支配の方が反應が早く且カレイの様に背景の模様に可成り合つた班紋をもつ事ができる。勿論色素細胞の種類が多くその立體的配置が複雑なものほど多くの色調をとることが出来るわけで、その好例はアマガエルやカメレオンである。色素細胞の種類は少くして黒褐色のメラニン、黄から橙赤色のカロチノイド、白色不透明なグアニン、赤色素を有つた四種類があるである。細胞の形は勿論種類によりちがう。色素のうちメラニンとグアニンは何れも蛋白質の代謝産物で體液に不溶性なものであることが面白いと思う。

無脊椎動物ではエビ、カニ類でよく研究されている。

小形のエビが特に目立つた背景適應性を有つている。色素細胞は多核性で長い枝分れた突起を有つているものが多い。色素は單色のものから、赤黄の二色、赤黄白の三色、更に褐赤黄白の四色迄同一細胞内に混じ合はさないで有つているので仲間見事に美しい。他に赤色素が急に集中する場合に色素細胞の周圍に濃青色が擴ることがあるが、之は赤い色素が化學變化をうけたため出來たのではないかと思はれる。周圍の色により夫々色素が集中の狀態變化を起す。大體は白っぽい背景で暗色の色素が集中し、暗色の背景の上では擴散する傾向を示す。然し背景の色により種々の色素の反應の組合せに差違があるので調節機構に對し未だ充分な解決が與へられていない。エビやカニの色素細胞は神経の分布をうけていない。又神經切斷で末梢部の色素反應は障げられないで、寧ろ血管管をしぼつて血行を障げると後方の色素細胞が擴張してしまつて反應しなくなる。輸血實驗によつても體液支配の可能性が立證される。一方體色變化に眼が重要な働をして居ることから思ひついたのが、エビの眼をちよん切つて海水と一緒に磨りつぶし、上澄液を注射して見た處、白地に適應したエビの眼柄抽出物は黒地に適

應した暗色のエビを白くすることが分つた。眼柄中に含まれている色素集中性物質の産出場所は、眼柄を細分して使つて大體の場所が分り、更に精しい組織學的研究で眼の近くにあつて神経分布を視神経中樞からうけている洞腺又は血液腺と名付けられた内分泌腺であることが明になつた。エビカニ類でも種類により眼柄のないものがあるが、そおゆうものでわ、腦の近くに移つていて色々の型に變つていことが精しく研究されている。外に食道をかこむ神経に眼柄ホルモンを抑制する物質が含まれているとゆう人や眼の間の物の部分に色素擴散性物質があるとゆう人もあるが一般に認められていない。

シオマネキとゆうカニは地面の色や照明に無關係に晝間は黒色で夜間は淡黄色である。即ち固有の日過期性を有つていのである。眼柄を兩方共切取つてしまつると黒色素が集中してしまつて此過期性が見られなくなつてしまふ。複眼の部分丈取除いた場合は數日間晝夜共黒色のまゝでいるが、やがて舊の如く日過期性をとりもどす。手術の刺戟で眼柄ホルモン放出が亂されたと考へられる。眼柄にはエビの様に洞腺が在る。眼柄ホルモンの含量を生物試験で定量すると晝夜共一定である。此ホルモンはカニの黒色素を擴散させるがエビの赤色素には集中性に

作用する。晝間は洞腺からホルモンの放出が行はれ、夜間は行はれないために晝夜の體色變化が起るのであつて、ホルモンの合成は絶えず行はれて腺中の含量が低下せぬ様になつていのである。

エビの眼柄ホルモンの作用はカニのと全く同じである。従つて同一物質と考えられる。シオマネキは黒色素をエビでは赤色素について眼柄ホルモンの作用をしらべているが、エビの仲間にも黒褐色の色素を有つていものがあつて、それは眼柄ホルモンで集中するのだからして、寧ろ細胞内の色素に對して直接にホルモンが働きかけるのでなくして、エビとカニとで反應が逆になる原因は夫々の色素細胞の特異性にあると思はれる。全く同じ様なことが初めの方で述べた魚類の神経末端から分泌される神経液の作用について知られている。普通の硬骨魚では鰭條切斷により明色適應の魚に暗帯が現れるが、軟骨魚のサメやエイでは暗色の鰭に傷付けると明色帯が生じるのである。黒色素は魚でもメラニン粒子と思はれるが、此場合にはオリブ油抽出で得たフカの神経液を他の魚に注射した實驗を殘念乍ら知らない。魚類の體色變化に所謂ホルモンの影響が全く働いていないのではない。脊椎動物の體色變化に優勢な支配を及ぼしている腦下垂體中

葉ホルモンと甲殻類の眼柄ホルモンとは作用様式に於て殆んど等しく、お互に種屬を超えて同じ様に色素細胞に働くことが證明され、又其他の性質でも殆んど違はない様である。例へば水、アルコールに溶け、有機溶媒一般には不溶、鹽酸、苛性曹達に安定、煮沸に耐えるが酸化されると壞はされる等である。

昆虫の體色變化として知られているのは細長い體をしたナナフシで、その體色はキチン膜の下の下皮細胞中に散ばつたり塊つたりして存在する四種類の色素粒の細胞内の相互位置變化で決まる。此虫は日週期的に晝は明色夜は暗色となる。或温度の範圍では背景で變色するが、高湿度では體色が黒くなる。體の後部丈を濕室に入れると頭部から暗色になりはじめて後部に及ぶ。胸部で虫の體をしばらくと後部へ暗色化が及ばないがゆるめると全身暗色になる。神經を前方で切斷すると全然先の反應は起らない。頭部と前胸部を濕室に入れればはじめて全體暗色化する。湿度の受容器は腹部にあり、體色中樞は腦にあるが、内分泌腺は少くともアラタ體ではなく前額神經節背部と云ふ人がある。

昆虫の頭の抽出物中に甲殻類色素に働く物質ありと云はれているがゴキブリの側心腺にもその作用が知られて

## 行動と物質

いる。

エビの眼柄の洞腺からザリガニの腕皮抑制ホルモンが分泌される。

タコの總腺を取除くと弱つて死ぬ。後唾液腺からチラミンを分泌し之が筋肉を緊張させるので色器官が擴り暗色になる。食物を與へぬと唾液腺活動せず體色も白くなる。注射で暗色化が起る。尙筋肉に含まれているベタインはチラミンに拮抗的に作用する。

ホシムシの一種の腎管の間に内分泌腺があつて、取除くと數日で死ぬ。死ぬとき體が黒くなる點脊椎動物の腎間腺即ち副腎皮質障害で起るアデソン病と比較して見て面白い。

脊椎動物と無脊椎動物との中間に分類されている原脊索動物に屬するユウレイボヤと云ふ半透明囊狀で岩や水中につかつた繩等に固着している海産動物がある。游泳生活の幼生時代には脊椎動物に特有な管狀神經を有つているが成虫へ變態して固着生活を營み頗る簡單な腦を有つやうになる。此腦の下に神經腺がついていて、それが丁度腦下垂體と比較されるべき器官である。此腺の抽出物は脊椎動物に對し腦下垂體の後葉ホルモンと同じ作用を及ぼす。ホヤ自身にどんな作用や意義があるか不明で

ある。

以上述べたのは無脊椎動物のホルモン及その作用の概要である。生理學の研究では相當な個體數を必要とし且可成りの期間實驗室の條件に馴らすために放置しておかねばならない。従つて實驗觀察の期間を合算すると相當期間、少く共餘り變らない状態を維持させねばならない。勿論飼育して永く置けるに越したことはない。そうゆう條件が充される實驗動物を求めるのは仲々容易でない。此方面の研究がまだ緒についてから日尙淺いとはゆうものの、實驗に用ひられているのはおびただしい數ある動物のうち極限られた種類であるのもそうしたことに関るのである。幾多殘されてゐる疑點はできる丈早く解かれねばならない。問題は生物の多様性であつて、簡單に僅かな種類について得た結果から普遍的な結論を思辨的に引き出すことは避けなければならない。

いくつかの例で知られた様に類似の現象が生物間の系統や類縁を裏付けるかの様に營まれるかと思ふと、又一方では縁のとほい生物で偶然とは思ひたくない程に似た物質が似た現象に關與しているのである。自然の多様性の限界を示された様で興味をそゝられずにはいられない。

クラミドモナスと云ふ顯微鏡的な藻類の雌雄の決定、

配偶子の運動と接合の化學性の實にあざやかな解明に對し示された生物學者メブスと生化學者クン兩氏の協力は我々に、科學者否、人類の協力をこそ眞理に近づく大道であることを教へるものである。アメバと人間ほどに縁遠い一藻類と高等植物のサフランとで、特種な化學物質の一揃が、前者では配偶子の行動を支配し、後者では花の色と味と香を與へているのである。我々はこの驚くべき事實を單なる偶然として目をみはることなく、偶然を超えて因果を求めなければならぬ。

それにしてもサフランの色素を研究したのは、他日クラミドモナスの研究に協力することを期していたわけではなかつたであらうに。(昭和二十二年七月三十一日)